

УДК 637.5'64.04/.05:636.087.72

DOI: 10.15587/1729-4061.2019.174154

Дослідження показників якості м'ясної сировини та ефективності захисного технологічного прийому за умов різного утримання в раціоні свиней важких металів

О. С. Чалая, О. В. Нанка, А. П. Палій, С. А. Нагорний, О. І. Чалий

Викладено результати досліджень, що пов'язані з вивченням зміни якісних показників та технологічних властивості м'яса і сала свиней за умов різного складу раціонів, а саме з додаванням Свинцю і Кадмію (сумісно та окремо) в дозі 20 гранично допустимих концентрацій. Надана оцінка ефективності захисного технологічного прийому (згодовування експериментальної рослинної добавки) при одночасному надходженні з раціоном важких металів, з метою відновлення якості продукції свинарства. Встановлено, що Свинець і Кадмій, як при сумісному так і окремому надходженні в організм молодняка свиней з кормом, мали негативний вплив на харчову та біологічну цінність свинини та її технологічні властивості. Під їх дією знижувалась калорійність м'яса, утримання в ньому білку, жиру, сухих речовин, при цьому найсуттєвіші зміни спостерігалися у тварин IV групи, де Свинець і Кадмій надходив разом. Активна кислотність м'яса та її вологоутримуюча здатність тварин всіх груп знаходились в межах норми. Однак у тварин, які отримували з раціоном підвищені дози важких металів, рН м'яса децю змінювалось в бік нейтрального середовища (рН – 5,3–5,5, при контролі рН – 5,1), вологоутримуюча здатність м'яса дослідних тварин коливалась від 55,1 % до 56,5 % (контроль – 55,1 %). Під впливом різних за складом раціонів відбувались зміни якісних показників сала дослідних свиней, при цьому достовірно знижувався відсоток сухої речовини (до 2,84 %) і жиру (до 2,79 %) порівняно з контролем. Згодовування тваринам разом з раціоном, що містив важкі метали, експериментальної рослинної добавки, сприяло покращенню калорійності м'яса (до 19,4 %), сухої речовини (до 9,4 %), білково-якісного показника (до 5,9 %) порівняно із тваринами, що отримували з раціоном важкі метали, але без застосування цього технологічного прийому. Цей технологічний прийом сприяв також покращенню якісних показників сала тварин. А саме, відмічалось збільшення % сухої речовини (від 0,4 % до 2,5 %), жиру (від 0,7 % до 3,2 %) та зменшення клітинних оболонок у салі (від 8,6 % до 25 %) порівняно із показниками тварин II–IV груп та наближення їх до показників контролю

Ключові слова: свинина, сало, якість, важкі метали, вологоутримуюча здатність, експериментальна рослинна добавка

1. Вступ

В сучасних умовах ринкових відносин важливим завданням галузі тваринництва є не тільки збільшення виробництва продукції, але й забезпечення її високої якості. Якість тваринницької продукції визначається не тільки генетичними особливостями тварин, умовами їх утримання, а й в більшій мірі рівнем

годівлі, а саме повноцінністю та якістю кормів [1]. Якісна продукція повинна не тільки забезпечувати організм людини необхідною кількістю енергії та поживних речовин, а й не містити більше ніж встановлені норми токсичних та інших несприятливих для організму людини речовин. Однак з кожним роком досягти цього стає все важче на тлі зростання антропогенного впливу на біосферу та відсутності ефективних заходів екологічної безпеки [2, 3].

У середовищі існування тварин потрапляють фактори, з якими раніше вони не зустрічались. Цими факторами, в першу чергу, є підвищене утримання у ґрунті, кормах та воді забруднювачів хімічної природи (важкі метали, діоксини, пестициди та інші). З цього переліку значного поширення у довкіллі набули важкі метали та їх сполуки, а їх вплив стає найгострішою проблемою сьогодення [4].

Важкі метали – це умовна назва металів, що мають щільність більше 6 г/см^3 , відносну атомну масу більше 50 а. о. м., більшість з яких є токсичними (Цинк, Кадмій, Меркурій, Хром, Свинець та інші), деякі вважають, що це метали з атомним номером 20 а. о. м. та більше [5].

Ці забруднювачі швидко мігрують та накопичуються в компонентах біосфери (повітря, вода, ґрунт – рослини – тварини – людина), тим самим ускладнюють виробництво якісної сільськогосподарської продукції та негативно впливають на здоров'я людини [6].

Для того щоб кінцевий м'ясний продукт вважався органічним, він повинен пройти довгий шлях від ферми до прилавку з дотриманням основних технологічних параметрів виробництва [7]. І першим важливим етапом цього процесу є екологічні методи сільськогосподарського виробництва, а саме тваринництва. Важливою умовою виробництва екологічно чистої продукції є утримання тварин в екологічно чистих районах. Однак, в регіонах, неблагополучних за станом забруднення довкілля, м'ясну сировину високої якості можна отримати тільки за умови використання спеціальних технологій або їх елементів, що обумовлюють виробництво екологічно безпечної м'ясної продукції.

Таким чином, розширення сучасних уявлень про екологічність та якість виробленої продукції тваринництва (свинини) в умовах хронічного отруєння важкими металами є актуальними. Поряд з цим впровадження елементу технології з організації виробництва органічної продукції свинарства має велике практичне значення.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

В роботі викладені результати дослідження впливу різних за складом раціонів на якість продукції свинарства (м'ясо, сало), а також запропоновано елемент технології з виробництва органічної продукції тваринництва за умови техногенного забруднення кормів.

В умовах промислового тваринництва широкого розповсюдження набуває диспропорція макро-, мікроелементів у раціонах, особливо в умовах нестабільного екологічного становища. Це викликає виникнення у тварин хвороб обміну речовин та погіршення якості продукції тваринництва. Відбувається це внаслідок використання неякісних синтетичних кормових добавок та кормів, що отримані в зонах техногенного забруднення.

Одними з впливових забруднювачів довкілля на сьогодні є важкі метали, а саме Свинець, Меркурій, Кадмій та інші [8].

Згідно з Харчовим кодексом розробленим комісією ФАО та ВООЗ, найбільш шкідливими з них є Кадмій і Свинець. Ці елементи, навіть за низьких концентрацій, мають виражені токсикологічні властивості і призводять до росту захворювань людей [9–11].

Основним джерелом надходження цих мікроелементів у навколишнє середовище є – згорання палива, пестициди, деякі органічні сполуки, промислові відходи [12]. За рахунок антропогенних джерел у середовище надходить 94–97 % Свинцю, 84–89 % Кадмію [13].

Вже зараз у світі зустрічаються зони, в яких вміст важких металів у ґрунті, воді, рослинах перевищує встановлені норми, а підвищений вміст Кадмію та Свинцю в м'ясних та молочних продуктах було виявлено багатьма дослідженнями [14, 15]. Тому виробники тваринницької продукції повинні зводити до мінімуму ризик її зараження.

Важкі метали, надходячи в організм тварин не тільки знижують їх продуктивність [16, 17], а й впливають на хімічний склад, показники біологічної цінності і санітарної якості продукції тваринництва [18].

До критеріїв, що характеризують якість м'яса, належать показники харчової цінності, вологоутримуюча здатність, величина рН та білково-якісний показник. Ці показники залежать від якості годівлі і складу кормів, а також біологічних особливостей і фізіологічного стану тварин перед забоєм [19]. Встановлено, що при ендемічних захворюваннях м'ясо тварин частіше за все буває забруднено мікрофлорою, в зв'язку з чим швидше піддається псуванню у порівнянні з м'ясом, одержаним від здорових тварин. Крім того, виявлено зміни у показниках якості та біологічної цінності м'яса: зменшується вміст білків м'язової тканини і збільшується сполучнотканинних – колагену та еластину [20].

Таким чином, в умовах техногенного забруднення агросфери виробники продукції тваринництва не завжди можуть гарантувати біологічну повноцінність м'ясної сировини. В подібних умовах виникає необхідність дотримання основних принципів організації та ведення сільськогосподарського виробництва на забруднених територіях. Ці принципи включають застосування захисних заходів, направлених з одного боку на зменшення споживання хемотоксинів з кормом, з іншого – на попередження всмоктування та прискорення їх виведення з організму тварин [21]. Розробка та впровадження захисних заходів не можливі без чітких знань та поглиблених уявлень про токсикодинаміку хемотоксинів, їх вплив на якість м'ясної продукції.

Дослідження впливу важких металів на якість продукції тваринництва в більшості досліджень зводиться до вивчення рівня накопичення токсинів у м'ясі та внутрішніх органах тварин. При цьому технологічні властивості м'яса, харчова цінність та біологічна повноцінність м'яса не вивчаються [22–24]. До того ж продукція відбирається з місць реалізації, що не дає можливості знати яка кількість токсинів надходила за весь період відгодівлі тварин з кормами [25].

Таким чином, залишаються не вирішеними питання, пов'язані із вивченням впливу раціонів з різним вмістом важких металів на якість м'ясної продук-

ції. Причиною цього є певні складнощі, що виникають у проведенні подібних досліджень у виробничих умовах, а саме наявності необхідної кількості кормів, що містять у своєму складі надмірну кількість важких металів і в необхідному співвідношенні.

Подолати подібні складнощі можливо шляхом створення штучної моделі екоцидного впливу, тобто введення у корми додатково необхідної кількості та співвідношенні важких металів, що і було використано у дослідженнях.

Актуальним також залишається питання щодо розробки та впровадження нових технологічних заходів, що дозволяють отримати якісну, органічну м'ясну сировину навіть в умовах надмірного техногенного навантаження.

На сьогодні існує багато препаратів, що здатні попереджати негативну дію важких металів, однак частіше за все вони мають ряд недоліків. Багатопланова дія важких металів на організм тварин не може бути вирішена одним компонентом. Так природні адсорбенти поряд із важкими металами активно виводять есенціальні елементи [26], синтетичні препарати викликають різні побічні явища, що утруднює їх довготривале та профілактичне застосування [27]. Застосування комплексних добавок з природними компонентами є новими і перспективними у цьому напрямі, бо вирішують всі ці недоліки [2, 28].

До того ж виходячи з правила, встановленого ЄС, під органічним продуктом розуміють саме ту продукцію, сировина якої на 95 % складається з інгредієнтів, що мають сертифіковане органічне походження [29].

Все це дозволяє стверджувати, що створення штучної моделі екоцидного впливу в умовах виробництва, дає можливість розширити сучасне уявлення про якість та екологічну безпеку м'ясної сировини за умов техногенного забруднення кормів. Крім того, дослідження дозволяє дати оцінку технологічному прийому, а саме застосування експериментальної рослинної добавки, з метою очистки м'ясної сировини від важких металів та покращення її якості.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження було визначити показники якості м'ясної сировини за умов різного утримання в раціоні свиней важких металів та встановити ефективність технологічного прийому, а саме застосування експериментальної рослинної добавки, як захисного заходу.

Для досягнення зазначеної мети були поставлені наступні завдання:

- дослідити зміни харчової та біологічної цінності м'яса і сала свиней на відгодівлі за умов різного вмісту в раціоні Свинцю і Кадмію;
- встановити особливості технологічних властивостей свинини за умов різного вмісту в раціоні Свинцю і Кадмію;
- дати оцінку технологічному прийому (згодовування експериментальної добавки), як заходу з покращення якості м'ясної сировини в умовах забруднення кормів важкими металами.

4. Матеріал і методи дослідження впливу важких металів на показники якості та безпечності продукції свинарства

Для вивчення впливу підвищених доз Свинцю і Кадмію на якість м'ясної сировини та ефективності технологічного прийому, як заходу з покращення якості продукції свинарства, було штучно створено модель екоцидного впливу. Дослідження проводилися впродовж 2013 року на базі сільськогосподарського підприємства, що спеціалізується на виробництві свинини. Для цього за принципом пар-аналогів було сформовано 5 груп по 10 голів кнурців-кастратів великої білої породи в кожній у віці 4 місяців. Основний раціон тварин за рівнем енергетичного живлення та поживних речовин відповідав нормам годівлі для свиней. Солі важких металів додавали вручну до основного корму у дозах встановлених схемою дослідів (табл. 1).

Таблиця 1

Схема дослідів з вивчення впливу важких металів на продукцію свинарства

Група	Кількість голів в кожній групі	Умови дослідів
Підготовчий період (15 діб)		
I–V	10	ОР (основний раціон) (вміст у кормах Pb<5 мг/кг, Cd<0,4 мг/кг)
Основний період (139 діб)		
I (контроль)	10	ОР (вміст у кормах Pb<5 мг/кг, Cd<0,4 мг/кг)
II (дослідна)		ОР+Pb у дозі 20×ГДК* (100 мг/кг корму)
III (дослідна)		ОР+Cd у дозі 20×ГДК (8 мг/кг корму)
IV (дослідна)		ОР+Pb у дозі 20×ГДК (100 мг/кг)+Cd у дозі 20×ГДК (8 мг/кг)
V (дослідна)		ОР+Pb у дозі 20×ГДК (100 мг/кг)+Cd у дозі 20×ГДК (8 мг/кг)+експериментальна добавка (30 г/на голову/на добу)

Примітка: * – ГДК – гранично допустима концентрація

Тваринам V дослідної групи разом із забрудненими кормами згодовували експериментальну рослинну добавку. Цей технологічний прийом застосовувався впродовж всього періоду відгодівлі з метою попередження всмоктування та прискорення елімінації важких металів з організму тварин.

Експериментальна добавка містила борошно лікарських рослин, екстракт дубу, вітаміни А, С, D3 та Е, метіонати Цинку, Купруму, Кобальту і Мангану.

Всі тварини утримувались в однакових технологічних умовах (кількість тварин у групі, породний та статеві-віковий склад, режими утримання і годівлі). Відмінність по групах полягала у виді токсиканту, що задавався з раціоном, виду їх дії (сукупної та окремої) та наявності експериментальної добавки.

Наприкінці експерименту з кожної групи було відібрано по 3 голови тварин і проведено контрольний забій. Під час забою від кожної тварини відбира-

ли середню пробу м'язової тканини з найдовшого м'яза спини (700 г) та сала (200 г) на рівні 9–12 грудних хребців. Параметри хімічного складу і фізико-хімічні властивості м'яса, сала оцінювали по кожній тварині окремо (3 показника по групі), а порівняння показників між групами було по середнім показникам по групі. Дослідження проводились в аналітичній лабораторії Інституту тваринництва НААН.

Вміст початкової вологи у м'ясі визначали методом Томме [30], що базується на різниці показників наважки м'яса перед та після висушування та розраховується за формулою 1:

$$X = \frac{100 \times a}{b \times 2}, \quad (1)$$

де X – відсоток початкової вологи у речовині; a – маса води, яка виділилась при висушуванні; b – наважка сирого м'яса.

Масу сухих речовин в м'ясі оцінювали за різницею між масою наважки і масою вологи, що виділилась при висушуванні.

Вміст сирого внутрішньом'язового жиру визначали за методом Лукашик Н. А. та Тащиліна В. А. [31], який оснований на виділенні етиловим ефіром розчинених в ефірі речовин. Вміст протеїну в м'ясі оцінювали за методом К'ельдаля [32].

Вміст триптофану визначали за методом, модифікованим Кацуковою А. А. [33], що базується тому, що триптофан дає в розчині з диметиламіобензальдегід-пара у мінеральній кислоті продукт конденсації, який в присутності азотно-кислого натру набуває синього кольору.

Вміст оксіпроліну визначали за методом, модифікованим Werbicki E. [34], за яким оксіпролін після гідролізу м'язової тканини підлягає окисленню, а утворений продукт окислення визначається за кольоровою реакцією з диметиламіобензальдегід-пара.

Вологоємність м'яса визначали за методикою, модифікованою Воловинською В. П. та Меркуловою В. К. [35], що заснована на перерахунку площі вологої плями, загального вміст вологи в наважці (см^2) та масу м'яса в наважці. Вологоємність м'яса розраховували за формулою (2):

$$B = \frac{(A - 8,4Б) \times 100}{M}, \quad (2)$$

де B – вміст зв'язаної вологи (у % до м'яса); A – вміст води у наважці, мг; $Б$ – площа вологої плями, см^2 ; M – наважка м'яса, мг; 8,4 – число, отримане експериментальним шляхом, що означає кількість всмоктаної вологи 1 см^2 фільтрувального паперу.

У водяно-м'ясній витяжці рН визначали таким чином: у колбу ємністю 300 см^3 вносили подрібнений зразок м'яса масою 10 г, додавали 40 мл бідисцильованої води та ставили на 1 годину в прилад для струшування. Вміст колби

фільтрували через складчастий фільтр, а прозору витяжку потенціометрували на рН-метрі із скляним електродом.

При проведенні лабораторних досліджень використовувалось наступне обладнання: ваги лабораторні електронні з точністю – 0,22 г, м'ясорубка побутова електрична з діаметром отворів решітки 2 мм та 4 мм, шафа сушильна електрична з терморегулятором, бюкси металеві та скляні, скляні палички, фільтрувальний папір, вода дистильована, колби конічні, мірні циліндри.

Концентрацію Свинцю та Кадмію у біологічному матеріалі встановлювали на атомно-абсорбційному спектрофотометрі типу ААС-30 ("Carl Zeiss Industrielle Messtechnik GmbH", Німеччина). Принцип роботи даного пристрою заснований на вимірюванні інтенсивності випромінювання або резонансного поглинання при проходженні світла через атомний пар досліджуваного зразка при збудженні в полум'ї повітря-ацетилен. Спектральний діапазон приладу 185–900 нм забезпечує можливість перемикання в режим атомної емісії для визначення лужних і лужно-земельних металів.

Матеріали досліджень обробляли математико-статистичними методами із застосуванням пакетів прикладних програм «Excel-2010» (фірми Microsoft) та «Statistica-10» (фірми Stat Soft Inc.) [36, 37].

5. Результати дослідження показників якості м'ясної сировини та ефективності захисного технологічного прийому за умов різного вмісту в раціоні свиней ксенобіотиків

5.1. Зміни харчової та біологічної цінності м'яса і сала свиней на відгодівлі за умов різного вмісту в раціоні Свинцю і Кадмію

В результаті проведеного дослідження було вивчено показники харчової та біологічної цінності найдовшого м'яза спини дослідних тварин. Аналіз цих показників показав, що надходження важких металів з кормом негативно позначилось на вмісті сухої речовини, жиру, білку і більш значними ці зміни були у тварин IV групи (табл. 2).

Вміст сухої речовини в м'ясі тварин цієї групи зменшився на 2,72 % ($P>0,99$), жиру і білку відповідно на 1,44 % ($P>0,99$) і 1,5 % ($P>0,99$). Зменшення цих показників відбулося за рахунок зростання кількості вологи в м'ясі і вона відповідно склала у IV групі 76,05 %. В м'ясі тварин, що отримували з кормом важкі метали, відмічалось збільшення вмісту золи порівняно із контролем в межах від 0,04 % до 0,2 %. Це пояснюється накопиченням Свинцю і Кадмію в м'ясі тварин, при цьому найбільший вміст золи відмічався у тварин IV групи.

Достовірним було і зниження калорійності м'яса тварин II–IV дослідних груп порівняно із контролем і ці зміни коливались у діапазоні від 205,12 ккал (II група) до 289,8 ккал (IV група). Вміст триптофану у м'ясі тварин цих груп також зменшувався, що мало вплив на білково-якісний показник – найменшим він був у тварин IV дослідної групи і склав відповідно 6,09.

Під впливом Свинцю і Кадмію відбувались зміни і у якісних показниках сала дослідних свиней (табл. 3): достовірно знижувалась кількість сухої речовини (відповідно на 2,32 % та 2,84 %) і жиру у салі (відповідно на 2,69 % та 2,79 %) піддослідних тварин III та IV груп порівняно з контролем.

Таблиця 2

Якість свинини піддослідних тварин, $M \pm m$, ($n=3$)

Показники	Група тварин				
	I (конт-роль)	II	III	IV	V
Волога, %	73,33 \pm 0,11	75,28 \pm 0,57*	75,44 \pm 0,27**	76,05 \pm 0,41**	73,79 \pm 0,16
Суша речовина, %, у т. ч.:					
жир	26,67 \pm 0,11	24,72 \pm 0,57*	24,56 \pm 0,27**	23,95 \pm 0,41**	26,21 \pm 0,16
білок	3,80 \pm 0,25	3,02 \pm 0,58	2,71 \pm 0,38	2,36 \pm 0,08**	3,73 \pm 0,22
зола	22,21 \pm 0,19	21,00 \pm 0,15**	21,05 \pm 0,26*	20,71 \pm 0,14**	21,74 \pm 0,24
Калорійність 1 кг м'яса, ккал	0,66 \pm 0,06	0,70 \pm 0,03	0,80 \pm 0,08	0,86 \pm 0,19	0,74 \pm 0,08
Відношення триптофану до оксипроліну	1357,40 \pm 17,26	1152,28 \pm 8,47***	1109,70 \pm 35,81***	1067,60 \pm 14,80**	1274,50 \pm 18,13*

Примітка: вірогідність відмінності від контролю при *** – $P > 0,999$, ** – $P > 0,99$, * – $P > 0,95$.

Таблиця 3

Якість сала піддослідних тварин, $M \pm m$, ($n=3$)

Показники	Група тварин				
	I (конт-роль)	II	III	IV	V
Суша речовина, %	94,41 \pm 0,26	93,45 \pm 0,43	92,09 \pm 0,21**	91,57 \pm 0,34**	93,83 \pm 0,46
Вологість, %	5,59 \pm 0,26	6,55 \pm 0,43	7,91 \pm 0,21	8,43 \pm 0,34	6,17 \pm 0,46
% клітинних оболонок	3,59 \pm 0,14	3,25 \pm 0,34	3,96 \pm 0,40	3,51 \pm 0,29	2,97 \pm 0,13*
% жиру	90,82 \pm 0,38	90,20 \pm 0,49	88,13 \pm 0,45*	88,06 \pm 0,38**	90,86 \pm 0,50

Примітка: вірогідність відмінності від контролю при *** – $P > 0,999$, ** – $P > 0,99$, * – $P > 0,95$

Крім того, за цих умов годівлі відбувались зміни у % клітинних оболонок у салі в бік їх зростання і найбільшим цей показник був у тварин III групи, які отримували раціон з надмірним вмістом Кадмію (3,96 %, при контролі 3,59 %).

5. 2. Особливості технологічних властивостей свинини за умов різного вмісту в раціоні Свинцю і Кадмію

Технологічні якості м'яса дослідних свиней визначали за вологоутримуючою здатністю та активною кислотністю (рН). Вологоутримуюча здатність м'яса визначається кількістю у ньому зв'язаної води та впливає на вихід готової продукції, соковитість і ніжність м'яса. Свинина доброї якості має вологоутримуючу здатність на рівні 53–66 %. За даними досліджень, цей показник у м'ясі дослідних тварин коливався від 55,10 % до 56,46 % і був у межах норми по всіх групах (табл. 4).

Таблиця 4

Технологічні якості найдовшого м'яза свиней, $M \pm m$, ($n=3$)

Показники	Група тварин				
	I (конт-роль)	II	III	IV	V
Вологоутримуюча здатність, %	55,10±7,62	55,46±0,15	55,93±0,13	56,46±0,10	55,69±3,08
Активна кислотність (рН)	5,12±0,03	5,27±0,06	5,45±0,09*	5,53±0,04**	5,27±0,08

Примітка: вірогідність відмінності від контролю при *** – $P > 0,999$, ** – $P > 0,99$, * – $P > 0,95$

Одним з важливих факторів, що визначає якість свинини, є кислотність (рН). Саме активна кислотність визначає стадію зрілості м'яса, його збереження і придатність до обробки. У живих м'язах реакція близька до нейтральної (рН – 7,0–7,2). Через 48 годин після забою дозріле м'ясо здорових тварин має рН – 5,20–5,98. З підвищенням рН (вище норми) склад мікрофлори м'яса змінюється і воно швидко псується. За результатами досліджень активна кислотність м'яса тварин всіх груп знаходились в межах норми. Однак у тварин, які отримували з раціоном підвищені дози важких металів, рН м'яса дещо змінювалось в бік нейтрального середовища і ці зміни були вірогідними у м'ясі тварин III та IV дослідних груп ($P > 0,95$ та $P > 0,99$).

Введення в раціон молодняка свиней підвищених доз Свинцю і Кадмію мало вплив на характер накопичення металів-токсикантів в органах і тканинах (рис. 1–3).

З даних графіку, наведеного на рис. 1 видно, що найбільше Свинцю накопичувався в печінці і нирках тварин II та IV дослідних груп, при цьому перевищення за ГДК становило відповідно у 8,9 та 6,7 рази в печінці та у 2,6 та 3,1 рази в нирках. За такою ж тенденцією відбувалося накопичення Свинцю в селезінці та м'ясі, однак перевищення ГДК по цьому органу та тканині було меншим: у селезінці тварин II та IV груп воно становило у 3,4 та 1,8 рази, в м'ясі відповідно у 1,9 та 1,5 рази. Отже, Свинець в організмі свиней розподілявся в органах і тканинах тварин II та IV дослідних груп наступним чином: печінка>нирки>селезінка>м'ясо.

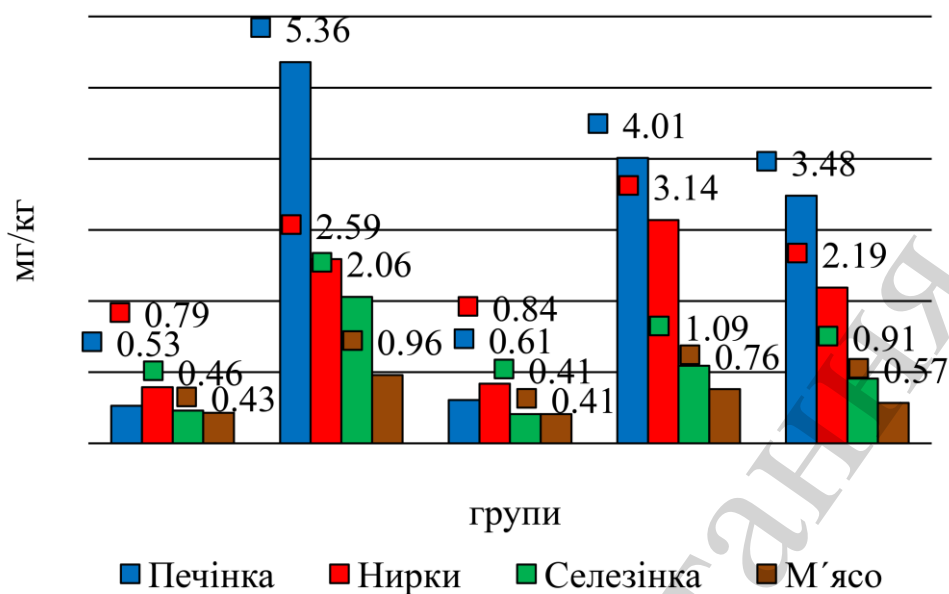


Рис. 1. Динаміка змін вмісту Свинцю в печінці, нирках, селезінці та м'ясі свиней при різному утриманні в раціоні важких металів, мг/кг

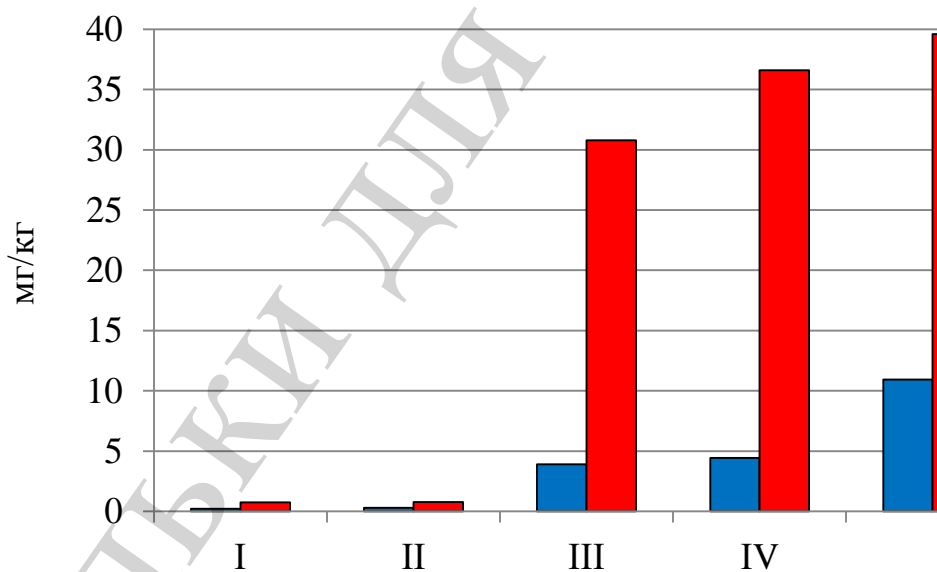


Рис. 2. Динаміка змін вмісту Кадмію в печінці і нирках свиней при різному утриманні в раціоні важких металів, мг/кг

Аналіз рис. 2 показує, що найбільше Кадмій накопичувався в печінці та нирках тварин III–V дослідних груп. Перевищення ГДК по печінці коливалося по цих групах у 6,50–18,25 рази, а за нирками відповідно у 30,8–39,6 рази.

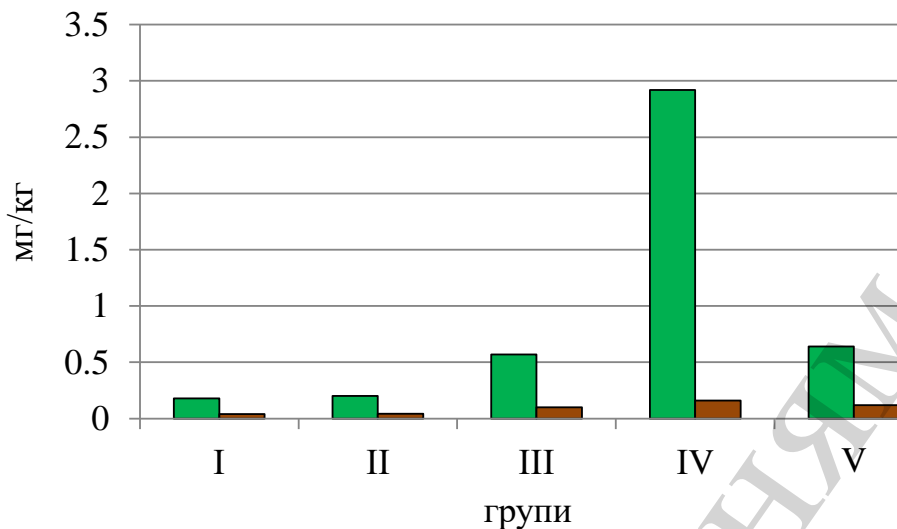


Рис. 3. Динаміка змін вмісту Кадмію в селезінці і м'ясі свиней при різному утриманні в раціоні важких металів, мг/кг

У селезінці та м'ясі Кадмій (рис. 3) найбільше накопичувався у тварин IV групи, при цьому перевищення за ГДК відповідно становило у 9,7 рази та у 3,2 рази. Таким чином, розподіл Кадмію по органах та тканинах відбувався наступним чином: нирки>печінка>селезінка>м'ясо.

5. 3. Ефективність технологічного прийому покращення якості м'ясної сировини в умовах техногенного забруднення кормів

З метою покращення якості м'ясної сировини тварин, що отримували корми з підвищеним вмістом Свинцю і Кадмію, було застосовано новий технологічний прийом. Він полягав у згодовуванні тваринам, впродовж всього періоду відгодівлі, разом із кормами, що містили важкі метали, експериментальної рослинної добавки. За рахунок рослинних складових добавки, що мали багатопланову дію на організм тварин, відбувалось покращення показників харчової та біологічної цінності м'яса. А саме, відбувалось зростання у м'ясі сухої речовини до 2,3 %, білку до 1,0 %, та жиру до 1,4 % порівняно із тваринами, що утримувались за тих же умов годівлі тільки без добавки (IV група). Калорійності м'яса зросла на 206,9 ккал порівняно із показником IV групи і майже дорівнювала контролю.

Біологічна цінність м'яса визначається амінокислотним складом білку, а саме співвідношенням незамінної амінокислоти триптофану до оксипроліну. У тварин дослідних груп він коливався від 6,09 до 6,45 (у контролі 6,64), при чому найбільшим він був у тварин, які отримували експериментальну добавку.

Складові експериментальної добавки сприяли також покращенню якісного складу сала тварин. А саме, відмічалось збільшення % сухої речовини від 0,4 % до 2,5 %, жиру від 0,7 % до 3,2 % та зменшення клітинних оболонок у салі від 8,6 % до 25 % порівняно із показниками тварин інших дослідних груп. Якісний склад сала тварин, що отримували добавку суттєво не відрізнявся від показни-

ків контролю, а по деяких показниках навіть перевищував його: % жиру був більшим на 0,04 %, а клітинних оболонок менше на 0,62 %.

Технологічні якості свинини за дії експериментальної рослинної добавки суттєво не змінювались, однак спостерігалась тенденція до наближення цих показників до контрольних. Так, рН м'яса свиней, що отримували експериментальну добавку, становило 5,27, а максимальний показник рН тварин інших дослідних груп дорівнював 5,53, при контролі 5,12.

Вологоутримуюча здатність м'яса тварин всіх дослідних груп була у межах норми і суттєво не змінювалась ні за дії важких металів, ні добавки. Однак, якщо порівнювати ці показники між собою в цілому, то експериментальна добавка зменшувала вологоутримуючу здатність м'яса, як зростала за дії важких металів.

6. Обговорення показників якості м'ясної сировини та ефективності захисного технологічного прийому за умов різного вмісту в раціоні свиней важких металів

Надходження з раціоном свиней Свинцю і Кадмію, як сумісно так і окремо, у дозі 20 ГДК мало вплив на харчову та біологічну цінність, а також технологічні властивості м'яса і сала свиней. Вміст сухої речовини в м'ясі тварин, що отримували важкі метали зменшувався з 1,95 % ($P>0,95$) до 2,72 % ($P>0,99$), жиру і білку відповідно з 0,78 % до 1,44 % ($P>0,99$) і з 1,21 % ($P>0,99$) до 1,5 % ($P>0,99$). Зменшення цих показників відбулося за рахунок зростання кількості вологи та золи в м'ясі.

Збільшення вмісту золи відбувалось в межах від 0,04 % до 0,2 %, що можна пояснити накопиченням Свинцю і Кадмію в м'ясі тварин, при цьому найбільший її вміст відмічався у тварин, яким згодовували токсини сумісно.

Зменшення жиру і білку у м'ясі за дії важких металів відобразилось на його калорійності. Так, калорійність м'яса тварин II–IV дослідних груп достовірно зменшувалася порівняно із контролем у межах від 205,12 ккал (II група) до 289,8 ккал (IV група).

Вміст триптофану в м'ясі тварин цих груп також зменшувався, що мало вплив на білково-якісний показник – найменшим він був у тварин IV дослідної групи і склав відповідно 6,09.

Основним показником якості м'яса є концентрація у ньому водних іонів (рН). Цей показник залежить від вмісту глікогену в м'язах на момент забою і є ознакою фізіологічного стану тварин перед забоєм, а також відображає перебіг післязабійних процесів у тушах. Дослідження показали, що активна кислотність м'яса тварин всіх груп знаходилась в межах норми, однак рН м'яса свиней, які отримували з раціоном підвищені дози важких металів дещо змінювалось в бік нейтрального середовища. Це може свідчити про зміни складу мікрофлори м'яса і стати причиною його швидкого псування.

Окрім активної кислотності також визначали такий технологічний показник якості м'яса як вологоутримуюча здатність. Цей показник визначається кількістю в ньому зв'язаної води та впливає на вихід готової продукції, сокови-

тість і ніжність м'яса. За даними досліджень, цей показник у м'ясі дослідних тварин коливався від 55,10 % до 56,46 % і був у межах норми по усіх групах.

Дослідження якісних показників сала свиней, отриманого в умовах досліду показали, що за дії важких металів відбувалось зниження кількості сухої речовини (від 0,96 % до 2,84 %) і жиру (від 0,62 % до 2,76 %) у салі порівняно із тваринами контрольної групи. Це зменшення відбувалось за рахунок збільшення вологості і % клітинних оболонок.

Вище зазначені дані вказують на значний негативний вплив важких металів не тільки на якість м'ясної сировини а й та технологічні властивості м'яса свиней. Тобто за умов надмірного вмісту у кормах хемотоксикантів, отримати якісну продукцію не можливо і обов'язковим заходом є контроль утримання важких металів у кормах, що споживаються тваринами.

Застосування нового технологічного прийому (застосування експериментальної рослинної добавки) на фоні вживання тваринами надмірних доз важких металів, дозволило покращити показники хімічного складу м'яса (вміст сухої речовини, білку, жиру), калорійність, білково-якісний показник. Ці показники покращувались у порівнянні із тваринами II–IV груп і наближались до рівня контролю. Складові експериментальної добавки позитивно вплинули на якісні показники сала, а саме сприяли збільшенню % сухої речовини, жиру та зменшенню клітинних оболонок у салі.

Позитивна дія добавки пояснюється фармакологічними якостями її складових. Добавка містить комплекс природних компонентів (лікарські рослини, вітаміни, метіонати мікроелементів), поєднання яких забезпечує зв'язування токсинів в організмі та їх швидке виведення, активізацію імунної та антиоксидантної систем, нормалізацію обміну речовин, а також зміцнення організму в цілому.

Таким чином, даний технологічний прийом може бути захисним заходом, що покращує якість м'ясної сировини, за умов техногенного забруднення кормів важкими металами.

Отримані результати досліджень розширюють сучасне уявлення про вплив кормів з надмірним вмістом важких металів на показники якості м'ясної сировини, виробленої в умовах сільськогосподарського виробництва. Крім того, доводять доцільність використання експериментальної добавки, як технологічного прийому, з метою відновлення якості тваринницької продукції за умов вмісту в кормах хемотоксикантів.

Головною перевагою даного дослідження над аналогами є те, що воно проводилося на тваринах, що мають виробниче значення, а продукція з них широко використовується людиною. Крім того, дослідження проводилися в умовах виробництва шляхом створення штучної моделі екоцидного впливу. Це дозволяє рекомендувати підприємствам, що виробляють тваринницьку продукцію в умовах техногенного забруднення, використовувати досліджений технологічний прийом, як захисний захід з отримання якісної продукції свинарства.

Отримані дані дають можливість передбачати вплив ксенобіотиків, зокрема Свинцю і Кадмію на якість м'ясної сировини, а саме харчову та біологічну цінність та технологічні властивості м'яса і сала свиней. Практичне значення цих даних полягає у використанні їх при проведенні екологічної експертизи тех-

нологій та при розробці технологій виробництва продукції тваринництва в умовах техногенного забруднення. Результати дослідження підкреслюють необхідність застосування захисних заходів при виробництві якісної продукції тваринництва. А саме, здійснювати контроль утримання токсикантів у кормах і застосовувати нові технологічні прийоми з попередження накопичення та прискорення елімінації хемотоксикантів з організму тварин.

Проведені дослідження обмежуються вивченням тільки якісних показників та технологічних властивостей м'яса і сала молодняка свиней на відгодівлі. Цікавим би було дослідити дегустаційні властивості м'яса, вміст ксенобіотиків і ступінь їх накопичення в салі, а також зміни, що будуть відбуватися по цих показниках при дослідженні на інших статеві-вікових групах тварин. Однак проведення таких досліджень характеризуються своєю масштабністю та викликають ряд складнощів при виконанні у виробничих умовах.

7. Висновки

1. Доведено, що за впливу кормів з підвищеним вмістом важких металів відбувалися зміни якісних показників м'яса і сала свиней. Так, вміст сухої речовини у м'ясі тварин, що отримували важкі метали зменшувався з 1,95 % ($P>0,95$) до 2,72 % ($P>0,99$), жиру і білку відповідно з 0,78 % до 1,44 % ($P>0,99$) і з 1,21 % ($P>0,99$) до 1,5 % ($P>0,99$). Знижувалась калорійність м'яса до 21,3 % (IV група) та білково-якісний показник до 8,3 % (IV група). У салі тварин, що отримували підвищені дози важких металів, достовірно знижувався % сухої речовини та жиру, особливо суттєвими ці зміни відмічалися у тварин III та IV дослідних груп.

2. Встановлено, що у м'ясі тварин, що отримували раціони з підвищеним вмістом важких металів спостерігалось деяке зміщення рівня рН в бік нейтрального середовища. Вологоутримуюча здатність м'яса дослідних тварин коливалась від 55,1 % до 56,5 %, при 55,1 % у контролі.

3. Встановлено позитивний вплив застосованого технологічного прийому з метою покращення якості м'ясної сировини в умовах техногенного забруднення кормів. Експериментальна добавка сприяла зростанню вмісту сухої речовини (до 2,3 %), білку (до 1,0 %) і жиру (до 1,4 %) у м'ясі, калорійності м'яса (до 19,4 %), білково-якісного показника (до 5,9 %) порівняно із тваринами, що отримували з раціоном тільки важкі метали. Цей технологічний прийом сприяв також покращенню якісних показників сала тварин і наближенню їх до показників контролю: збільшення сухої речовини (до 2,5 %), жиру (до 3,2 %) та зменшення клітинних оболонок у салі (25 %) порівняно із показниками тварин інших дослідних груп.

Література

1. Lebret, B. (2008). Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. *Animal*, 2 (10), 1548–1558. doi: <https://doi.org/10.1017/s1751731108002796>
2. Бокова, Т. И. (2011). Экологические основы инновационного совершенствования пищевых продуктов. Новосибирск: Изд-во НГАУ, 284.

3. Басиладзе, Г. В., Каландия, Е. Г. (2017). Влияние загрязненного тяжёлыми металлами молока на безопасность молочных продуктов. Инновационные технологии в АПК: теория и практика: сборник статей V Международной научно-практической конференции. Пенза: РИО ПГАУ, 10–13.
4. Куранова, А. П., Иванова, Е. Б. (2010). Тяжёлые металлы как экотоксиканты. Прикладная токсикология, 1 (2), 14–17.
5. Ashok Kumar, G. (2015). Effects of Heavy Metals and Preventive Measures. Research & Reviews: Journal of Ecology and Environmental Sciences, 3 (1), 10–20.
6. Титов, А. Ф., Казнина, Н. М., Таланова, В. В. (2014). Тяжелые металлы и растения. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 194.
7. Деревицкая, О. К., Асланова, М. А. (2016). Экологически чистое мясное сырьё для производства продуктов детского питания. Пищевая промышленность, 8, 43–45.
8. Молнар, Д. І., Соскіда, І. М. (2016). Безпека продуктів харчування. Економіка і суспільство, 6, 266–271.
9. Сімахіна, Г. О., Науменко, Н. В. (2016). Харчування як основний чинник збереження стану здоров'я населення. Проблеми старения и долголетия, 25 (2), 204–214.
10. Cadmium In: Safety Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants, Fifty Fifth Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) (2011). Geneva: WHO Food Additives Series, 46, World Health Organization, Geneva, 305–380.
11. Chen, Q. Y., DesMarais, T., Costa, M. (2019). Metals and Mechanisms of Carcinogenesis. Annual Review of Pharmacology and Toxicology, 59 (1), 537–554. doi: <https://doi.org/10.1146/annurev-pharmtox-010818-021031>
12. Akoto, O., Bortey-Sam, N., Ikenaka, Y., Nakayama, S. M. M., Baidoo, E., Yohannes, Y. B., Ishizuka, M. (2017). Contamination Levels and Sources of Heavy Metals and a Metalloid in Surface Soils in the Kumasi Metropolis, Ghana. Journal of Health and Pollution, 7 (15), 28–39. doi: <https://doi.org/10.5696/2156-9614-7.15.28>
13. López Alonso, M., Bénédict, J. L. (2002). Interactions Between Toxic and Essential Trace Metals in Cattle from a Region with Low Levels of Pollution. Archives of Environmental Contamination and Toxicology, 42 (2), 165–172. doi: <https://doi.org/10.1007/s00244-001-0012-7>
14. Hu, B., Zhao, R., Chen, S., Zhou, Y., Jin, B., Li, Y., Shi, Z. (2018). Heavy Metal Pollution Delineation Based on Uncertainty in a Coastal Industrial City in the Yangtze River Delta, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15 (4), 710. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph15040710>
15. Kasozi, K. I., Natabo, P. C., Namubiru, S., Tayebwa, D. S., Tamale, A., Bamaizi, P. H. (2018). Food Safety Analysis of Milk and Beef in Southwestern Uganda. Journal of Environmental and Public Health, 2018, 1–7. doi: <https://doi.org/10.1155/2018/1627180>
16. Чалая, О. С., Мащенко, О. М. (2013). Фактори та інтенсивність впливу на міграцію Плюмбуму та Кадмію з кормів у організм свиней. Вісник Центру наукового забезпечення АПВ Харківської області, 15, 200–204.

17. Чалая, О. С. (2013). Вплив різних рівнів кадмію та свинцю в раціоні молодняку свиней на продуктивність і забійні якості. Таврійський науковий вісник, 83, 196–202.
18. Чалая, О. С., Маменко, О. М. (2015). Хімічний склад та технологічні властивості м'яса і сала свиней за умов вмісту у раціоні важких металів. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини, 30 (1), 260–266.
19. Церенюк, О. М., Чалий, О. І. (2010). Якість м'ясо-сальної продукції нових генотипів свиней. Проблеми зооінженерії та ветеринарної медицини, 20 (1), 180–184.
20. Кособрюхов, А. Н. (1965). Микроэлементы как ветеринарно-санитарная проблема. Тез. докл. Всесоюз. совещ. по микроэлементам. Рига, 66–68.
21. Ильязов, Р. Г., Алексахин, Р. М., Фисинин, В. И., Смирнов, А. М., Гусманов, У. Г. (2010). Методология исследований и экспериментов в агроэко-сфере при различных типах техногенеза. Сельскохозяйственная биология, 2, 3–17.
22. Adzitey, F., Kumah, A., Mensah, S. B. K. (2015). Assessment of the Presence of Selected Heavy Metals and their Concentration Levels in Fresh and Grilled Beef/Guinea Fowl Meat in the Tamale Metropolis, Ghana. Research Journal of Environmental Sciences, 9 (3), 152–158. doi: <https://doi.org/10.3923/rjes.2015.152.158>
23. Al-Zuhairi, W. Sh., Farhan, M. A., Ahemd, M. A. (2015). Determine of heavy metals in the heart, kidney and meat of beef, mutton and chicken from baquba and howaydir market in baquba, diyala province. International Journal of Recent Scientific Research, 6 (8), 5965–5967.
24. Tsereniuk, O., Tsereniuk, M., Akimov, O., Paliy, A., Nanka, O., Shkromada, O., Pomitun, I. (2018). Dependence of sows' productivity on the reason of their culling, in index selection. Porcine Research, 8 (1), 17–23. URL: <http://www.porc.bioflux.com.ro/docs/2018.17-23.pdf>
25. Mottalib, M. A., Zilani, G., Suman, T. I., Ahmed, T., Islam, S. (2018). Assessment of Trace Metals in Consumer Chickens in Bangladesh. Journal of Health and Pollution, 8 (20), 181208. doi: <https://doi.org/10.5696/2156-9614-8.20.181208>
26. Zhai, Q., Narbad, A., Chen, W. (2015). Dietary Strategies for the Treatment of Cadmium and Lead Toxicity. Nutrien, 7 (1), 552–571.
27. Буцяк, Г. А., Черевко, М. В., Сухорська, О. П. (2010). Використання адсорбентів та антидотів як профілактичний засіб попередження токсикозів. Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій ім. Гжицького, 12 (3 (45)), 120–128.
28. Shkromada, O., Skliar, O., Paliy, A., Ulko, L., Gerun, I., Naumenko, O. et. al. (2019). Development of measures to improve milk quality and safety during production. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 3 (11 (99)), 30–39. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.168762>
29. Митина, Э. А., Быкова, Т. О. (2016). Экологически чистая продукция: вопросы стандартизации, сертификации и государственной поддержки производителей. Продовольственная политика и безопасность, 3 (2), 91–104. doi: <https://doi.org/10.18334/ppib.3.2.35796>
30. Томмэ, М. Ф. (1956). Методы зоотехнического анализа. М.: Колос, 28.

31. Лукашик, Н. А., Тащилин, В. А. (1965). Зоотехнический анализ кормов. М.: Колос, 278.
32. Почерняев, Ф. К. (1977). Методики исследований по свиноводству. Харьков: Соц. Харківщина, 153.
33. Кацукова, А. А. (1965). Методики исследования в животноводстве. К.: Урожай, 188.
34. Werbicki, E. (1979). Effect of confinement on reproduction. The American Land racu the universal beed, 2, 43–52.
35. Воловинская, В. П., Меркулова, В. К. (1958). Методы определения влагопоглощаемости мяса. Бюро технической информации и пропаганды ВНИИМПа, 21, 84.
36. Барановський, Д. І., Гетманець, О. М., Хохлов, А. М. (2017). Біометрія в програмному середовищі MS Excel. Харків: СПД ФО Бровін О. В., 90.
37. Лебедько, Е. Я., Хохлов, А. М., Барановский, Д. И., Гетманец, О. М. (2018). Биометрия в Excel. СПб.: ЭБС Лань, 172.